

Trabajo Fin de Máster

Clase invertida para el desarrollo de una propuesta
didáctica sobre “El tiempo geológico y
paleontología”

(IES Ramón y Cajal, Huesca)

Flipped Classroom for the development of a didactic
propose on "Geological time and paleontology"

(IES Ramón y Cajal, Huesca)

Autor:

Irene García Laín

Director:

Sergio Calavia Lombardo

Facultad de Educación.

2019/2020

ÍNDICE

1) Introducción. presentación personal y del tfm.	3
2) Análisis didáctico de las actividades del máster seleccionadas y su aplicación en el practicum	4
2.1) Actividad 1: noticias de prensa.....	4
2.2) Actividad 2: píldora formativa	6
3) Propuesta didáctica o proyecto de innovación docente.....	7
3.1) Título y nivel educativo.....	7
3.2) Evaluación inicial.	7
3.3) Objetivos.....	10
3.4) Justificación.....	11
3.5) Actividades de la propuesta didáctica.	15
3.5.1) Contexto.....	15
3.5.2.) Participantes.....	16
3.5.3) Actividades	16
3.6) Evaluación.	20
3.7) Resultados de la evaluación:.....	22
4) Evaluación de la propuesta didáctica y propuesta de mejora.....	25
5) Conclusiones	26
6) Referencias bibliográficas	27
7) Anexos.....	30

1) INTRODUCCIÓN. PRESENTACIÓN PERSONAL Y DEL TFM.

La docencia es en mi familia una práctica común; hay una consolidada tradición hacia la enseñanza: de primaria, secundaria, artes, ciencias, letras, escuela rural, en España y el extranjero... Eso ha hecho, que en mi entorno haya habido siempre un ambiente ávido de cultura, dado a compartir experiencias y ganas de saber. Pero sobre todo, he crecido en un ambiente en el que se me ha animado a perseguir mi curiosidad y alimentarla lo máximo posible, por lo que me siento una persona muy afortunada.

Me crié en un pequeño pueblo de la comarca del Aranda, provincia de Zaragoza, disfrutando de las maravillas de la escuela rural en un entorno natural sin parangón, lo que ha marcado profundamente mi carácter hasta el punto de que me identifico con un ratón de campo. Me inicié académicamente en el mundo de las artes plásticas y la fotografía, pero mi interés por el medio natural me llevó a cambiar de especialidad. Estudié un Ciclo Formativo Superior en Organización y Gestión de Recursos Naturales y Paisajísticos y enamorada de los saberes que este me trajo, me decidí a más tarde a dar el paso a la universidad para ampliar mis conocimientos sobre el medio natural, graduándome en Ciencias Ambientales en la Escuela Politécnica Superior de Huesca. Siempre que pude, utilicé los medios y oportunidades que la universidad me brindó para viajar y enriquecerme de la experiencia académica de otros países, como Cuba o Portugal. Esto en lo referente a la educación formal, Paralelamente me formé y me formo en educación ambiental, teatro, circo, narración oral, etc. Aunque soy una estudiante empedernida, para costear esta vida, he tenido que trabajar habitualmente en hostelería durante mis primeros años de estudiante, y poco a poco en trabajos que me permitan estar en mayor contacto con la naturaleza: encuestadora de campo de cubiertas de suelo, educación ambiental, operativo de incendios... en resumen: trabajos que permitan muchas horas de campo. Hasta ahora había sido suficiente, pero ya hace un par de años que tengo la necesidad de otros retos profesionales, un trabajo que me haga sentir que colaboro con el bienestar y conservación del planeta a través de la educación, de dar a otros, en definitiva, las mismas oportunidades que yo he tenido y de plantar la semilla de la curiosidad en otras personas.

Durante el Practicum I y II, de este máster, realicé las prácticas en el IES Ramón y Cajal de Huesca: es el centro de enseñanza secundaria más antiguo de la provincia, creado en 1845. Este centro, que lleva el nombre de uno de sus más ilustres estudiantes, cuenta con aproximadamente 1000 alumnos en total, incluyendo ESO, Bachillerato y Ciclos Formativos y con 91 profesores, fijos y de cupo (interinos o concursillo). Aunque la ratio oficial por aula es de 27 alumnos por aula, en el IES ahora se maneja una ratio de entre 22-23 alumnos, o menos, como es el caso de la clase en la que se han realizado las prácticas, donde el número de alumnos es de 18. Al ser un centro histórico, cuenta con el reto de ampliar oferta educativa, seguir aplicando y mejorando proyectos, innovaciones... pero conservando el espacio y poniendo en valor el centro, ya que se trata de un edificio histórico. Aunque en ocasiones, esta idea riñe con el utilitarismo. Esto se ve reflejado en que no hay suficiente espacio para aulas, y si aumenta el número

de vías, o las condiciones sanitarias lo requieren, se verá obligado a ampliar con otro edificio o solicitar nuevos espacios para impartir clases.

La circunstancia actual, ha obligado a trasladar el espacio clásico del aula a los hogares. En lo que respecta a mi experiencia personal, tanto la Biología como la Geología, son ciencias en las que la relación con el entorno, el trabajo colaborativo, las salidas de campo y el trabajo en laboratorio son parte esencial del aprendizaje. La adaptación de la formación presencial a la formación a distancia, ha supuesto que muchas de las ideas que tenía para el desempeño del periodo de prácticas, tuvieran que cambiar. Ahí aprendí una de las lecciones más importantes para convertirme en profesora: hay que saber adaptarse. Eso y lo necesario que es por parte de los docentes el mantenerse al día con las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs), que tienen que ocupar un lugar central en la formación permanente del profesorado.

Realizar una propuesta Biología y Geología de 1º de Bachillerato, supuso un desafío personal importante, sobre todo porque el bloque a desarrollar fue de Geología, una disciplina con la que no estaba especialmente familiarizada al empezar el master de profesorado. Gracias a asignaturas como “Contenidos disciplinares de Geología” y “Diseño de actividades de Biología y Geología” he ampliado conocimientos y han conseguido despertar mi interés en esta materia.

Desarrollar una propuesta basada en la geología, ofrece la posibilidad profundizar y honrar esta apasionante y valiosa ciencia.

2) ANÁLISIS DIDÁCTICO DE LAS ACTIVIDADES DEL MÁSTER SELECCIONADAS Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM

Las actividades formativas realizadas durante el máster de profesorado, han supuesto una buena base a la hora de realizar las actividades didácticas de la propuesta. Diversas actividades podrían haber sido incluidas en este apartado, pero se han seleccionado las que han resultado más prácticas a la hora de realizar formación a distancia de una u otra manera, ya que también primó a la hora de elaborar las actividades realizadas durante el periodo de prácticas el elaborar actividades propias e innovadoras, que tuvieran igualmente una buena base didáctica documentada.

La primera es una actividad realizada en el contexto de la asignatura “Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología”, llamada “Noticias de Prensa” y la segunda, el trabajo final de la asignatura “Psicología del Desarrollo”, en la que se tuvo que explicar una parte del temario en formato “píldora formativa”, y supuso una práctica importante a la hora de desarrollar material didáctico en vídeo para los alumnos en ese formato, que se adaptaba a la perfección en el desarrollo de las prácticas a distancia.

2.1) ACTIVIDAD 1: Noticias de prensa

Una de las actividades diseñadas para el periodo de prácticas, tuvo relación con trabajar con una noticia falsa para que los alumnos encontraran errores contenidos en ella. La inspiración del diseño de esa actividad vino en parte de la elaboración de una práctica

sobre noticias de prensa realizada en la asignatura de “Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología”.

Leer prensa científica, ayuda a ahondar conceptos epistemológicos, al poner en marcha circuitos de verificación, congruencia, contraste y extrapolación.(Moreno y Jiménez-Liso, 2012). Durante la práctica realizada en clase, aprendí que las noticias de prensa sirven para construir significados propios, es necesaria una base de comprensión lectora (y no solo de la parte epistemológica, sino también de la literaria), resulta un formato atractivo e innovador y puede resultar muy motivador.

En general, las actividades basadas en medios de divulgación (noticias, ferias, museos, blogs, canales de *YouTube*...) juegan un papel fundamental en el aprendizaje de manera “informal”, superando muchas veces lo que aprendemos de manera formal en la escuela. La utilización pues de este tipo de recursos en las aulas, cumple una función didáctica de gran importancia en el ámbito de las ciencias: la alfabetización científica. Es decir, preparar activamente a los alumnos para comprender y responder de forma crítica a los mensajes científicos en los diversos medios de comunicación. (García-Carmona, 2014)

En el caso concreto de la actividad que se plantea en este TFM, se incide sobre el error como estrategia didáctica, pero también sirve para incurrir en la alfabetización científica del alumnado a través de este tipo de textos. El uso de la noticia en el aula como parte del aprendizaje científico es ampliamente utilizado, y cumple la función de preparar a los alumnos para comprender y responder de forma crítica a los mensajes científicos en los medios de comunicación. Aunque para que esto sea efectivo, es necesario adaptarlas para fomentar por ejemplo el análisis crítico y la detección de concepciones alternativas presentes en estas. (Jiménez-Liso, Villalobos y Lapetina, 2010).

Además el hecho de buscar errores en una noticia o trabajar para buscar los errores presentes en una noticia, es una forma de aplicar los conocimientos científicos al día a día: acerca la ciencia al contexto cotidiano, permitiendo que se desarrollen ideas adecuadas sobre el conocimiento científico, exprimiendo el potencial metacognitivo de la actividad invitando al alumno a hacer una reflexión sobre la calidad de la información que recibe y de una forma transversal hacerlo menos vulnerable ante los bulos o *fake news*, tan presentes actualmente.

Para esta propuesta, se diseñó una actividad en la que los alumnos tienen que identificar los errores presentes en una noticia de prensa falsa (escrita específicamente para tratar los temas vistos durante la propuesta). Se trata de una actividad final de repaso del bloque y evaluación de los conocimientos.

Como ventajas los alumnos tuvieron la posibilidad de evaluar y reflexionar sobre su propio conocimiento y trabajar el tema de la alfabetización científica. Esta actividad resulta más interesante acompañada con una parte posterior de debate sobre los errores encontrados, que debido al tiempo y los medios disponibles en este caso no se pudo llevar a cabo.

2.2) ACTIVIDAD 2: Píldora formativa

La segunda actividad seleccionada como actividad fundamental que me ha inspirado fuertemente para el desarrollo de las prácticas, ha sido el trabajar el formato didáctico “Píldora formativa”, que vimos en varias asignaturas, pero fue por primera vez a la hora de presentar a nuestros compañeros parte del contenido del temario de “Psicología del Desarrollo y la Educación”, asignatura del primer semestre.

Las píldoras formativas, son pequeñas unidades de formación para los alumnos, que sintetizan los contenidos fundamentales de un tema en un corto periodo de tiempo (alrededor de 15 minutos). Es un buen método de aprendizaje porque los alumnos pueden disponer de ella siempre que quieran en cualquier lugar y favorecen el aprendizaje de principios en lugar de la memorización de conceptos. (Maceiras, Cancela y Goyanes, 2010).

Aunque fue tentador plantear un trabajo de píldoras formativas realizadas por los alumnos, que cuentan con facilidad para trabajar este tipo de formato por pertenecer a la generación de los nativos digitales, no fue esta la aplicación que tuvo.

A la hora de presentar material teórico, se elaboraron más que casos magistrales, pequeñas píldoras de entre 12 y 19 minutos de varios de los temas tratados en el bloque, que luego fueron complementadas por reuniones de videoconferencia y consultas por correo electrónico para solventar dudas. Este material se les presentaba junto con enlaces y apuntes escritos para que pudiera realizar las actividades propias de cada sesión.

La elaboración de estos vídeos didácticos para el alumnado, cumplió con una doble función: durante el tiempo dedicado a su elaboración, yo misma fui capaz de profundizar en conceptos sobre la geología, elaborando un material propio y ayudándome así a comprender conceptos que quizá tenía un tanto olvidados o poco trabajados. A su vez, me permitió crear un material didáctico apropiado, acorde con las necesidades del alumnado y que se adaptaba perfectamente a la formación a distancia.

La disponibilidad de una buena colección de vídeos didácticos cortos a disposición de los estudiantes, permite que estos los tengan disponibles y lo consulten de forma autónoma como un complemento formativo, y aumentan la eficacia de la transferencia de conocimientos. Para que esto ocurra, los recursos deben ser ricos en fotografías, imágenes, vídeos, gráficos animaciones y otros elementos visuales (Bengochea, 2011).

No obstante, el uso de píldoras formativas no sustituye en ningún caso la labor docente, debe abordarse como un recurso más. La modalidad no presencial reduce la interacción entre profesores y alumnos, por lo que un uso inapropiado de las píldoras formativas podría tener consecuencias reduccionistas, y cambiar el rol que debería tener el docente de educador a un mero gestor de los procesos de aprendizaje. (Magaña y Cuesta, 2017).

Para esta propuesta, se ha intentado no caer en eso, a través de fuertes sesiones de *feedback* y atención personalizada al alumnado incidiendo así en los beneficios de este

recurso (factor atencional, repetición si es necesario, disposición ilimitada del material didáctico, etc.).

Las limitaciones encontradas a elaborar píldoras formativas, ha sido principalmente la cantidad de horas necesarias para la elaboración de los vídeos, así como cierta dificultad en hacer una autoevaluación objetiva sobre su calidad. Pero lo cierto es que cuantos más vídeos se preparan, aumenta la destreza y la celeridad en la preparación de los mismos, así como la calidad para explicar los conceptos más complejos. No obstante, es un recurso que para que sea utilizado en las aulas de forma generalizada, requiere de una formación en edición de vídeo, bancos de imágenes, conocimiento de la narrativa audiovisual, etc. Y eso requiere por parte del docente mucho tiempo y dedicación.

La práctica en la elaboración de este tipo de material durante el máster en diversas asignaturas (trabajos de Psicología del Desarrollo, Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología y Contenidos Disciplinarios de Geología), junto con una atracción personal hacia la edición de vídeo, ha hecho que haya sido capaz de preparar material de forma semanal para el alumnado del que me siento satisfecha.

3) PROPUESTA DIDÁCTICA O PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

3.1) Título y nivel educativo.

La propuesta didáctica que se desarrolla en este TFM se llama “Clase invertida para el desarrollo de una propuesta didáctica sobre El tiempo geológico y paleontología. Esta propuesta didáctica se corresponde con el bloque 9 “Historia de la Tierra”, de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato, de la orden ECD/494/2016, de 26 de mayo. Ha sido adaptada y llevada a cabo en uno de los grupos de Bachillerato científico del IES Ramón y Cajal de Huesca para encajar con sesiones no presenciales.

3.2) Evaluación inicial.

Esta evaluación cumple con una función diagnóstica, para establecer el punto de partida de los alumnos en relación al tema a desarrollar en la propuesta y poder establecer algunas de las ideas alternativas que tienen los alumnos en relación con la materia. Para su elaboración se centrado en que cumpla con las características mostradas en la Tabla 1.

Tabla 1: Características de la evaluación inicial (Arredondo, Diago y Cañizal, 2010).

Qué evaluar	<ul style="list-style-type: none">- Conocimientos previos- Capacidades para nuevos aprendizajes- Motivación e interés
Cuándo evaluar	<ul style="list-style-type: none">- Al comienzo de un curso- Al comienzo de un crédito- Al inicio de una nueva fase de aprendizaje
Cómo evaluar	<ul style="list-style-type: none">- Recogida de información de la situación académica y personal de los alumnos: entrevista, cuestionarios, test de conocimiento...
Para qué evaluar	<ul style="list-style-type: none">- Conocer los conocimientos previos, interese, actitudes y capacidades

	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuar métodos, recursos y procedimientos a las necesidades
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> - Recoger información - Comprobar desarrollo de las capacidades - Adecuar métodos, recursos y procedimientos a las necesidades
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar el punto de partida en el que está cada alumno - Facilitar el “cómo se planifica” el proceso de enseñanza aprendizaje

La evaluación inicial, en el marco del diseño de una propuesta, sirve entre otras cosas para identificar ideas previas o concepciones alternativas de los alumnos, (Vázquez, 1994). En este caso, el instrumento para llevarla a cabo fue un cuestionario, incluido en el Anexo 1. Para la elaboración de este cuestionario, se plantean preguntas simples relacionadas con la geología, cuestiones bien definidas, cerradas y con pocas alternativas en el caso de las preguntas con opción múltiple, primando el que se puedan interpretar fácilmente las respuestas de los alumnos. Las principales conclusiones extraídas tras el análisis de los resultados de la evaluación inicial son los siguientes:

En cuanto al interés del alumnado por las diferentes temas tratados en la asignatura Biología y Geología, se pidió que indicaran el interés por los diferentes aspectos de la asignatura en una escala del 1 al 10. Los resultados, visibles en la Figura 1, muestran que la parte que más gusta es la de genética, seguida de fisiología animal y vegetal y biología molecular, siendo ecología y geología las partes de la asignatura que menos interés despiertan.

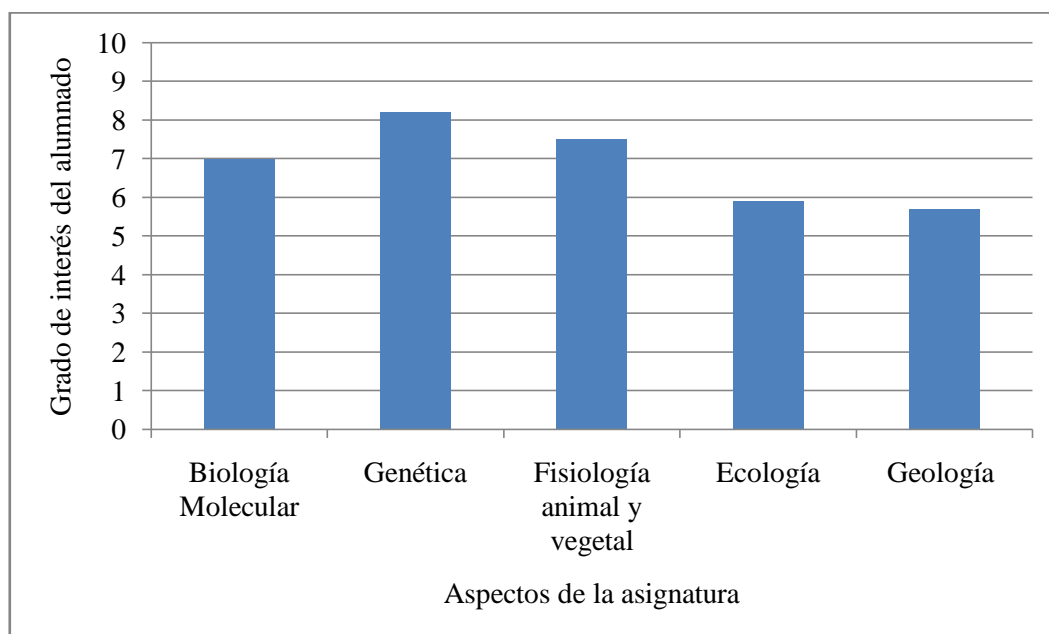


Figura1: Gráfico del interés de las partes de la asignatura por parte del alumnado.

Al preguntar por las parte del bloque de geología que más interesa, prima la paleontología, seguida de la formación de la Tierra. También son nombradas la vulcanología, mineralogía y tectónica de placas.

Todos los alumnos excepto uno, indicaron como un geólogo relevante al Alfred Wegener, y fue tal la sorpresa, que al comentarlo con la tutora del centro me dijo que habían explicado recientemente la teoría de la deriva continental. El otro geólogo de renombre que apareció fue Lucas Mallada, geólogo ilustre de la ciudad de Huesca. Ninguna geóloga aparece mencionada entre los resultados.

En lo relativo a ideas alternativas, se identifican concepciones alternativas del alumnado respecto a la geología en general, concepción del tiempo geológico, las rocas, los minerales y los fósiles. En la tabla 2 se muestran algunas estas:

Tabla 2: Resultados de la evaluación inicial: concepciones alternativas

Concepción alternativa	Pregunta	Ejemplos de respuesta de los alumnos
Geología	En pocas palabras, ¿Para qué sirve esta ciencia?	<p>“Para estudiar diferentes aspectos de las piedras ya sean el tipo de material, la edad, los materiales del pasado, como se han formado...”</p> <p>“Para estudiar las capas de la Tierra, minerales y rocas.”</p> <p>“El estudio de la historia de la tierra.”</p>
Unidades de tiempo geológico	¿Qué unidad de tiempo es la más utilizada en geología?	<p>“Años” (El 23% de los alumnos dieron la misma respuesta)</p> <p>“Eones” (12 % de los alumnos dieron la misma respuesta)</p>
Minerales y rocas	¿Podrías decir la diferencia entre una roca y un mineral?	<p>“La roca es un conjunto de materiales depositados (como un fósil) que tras el paso de los años se ha transformado en una roca. Los minerales son diferentes sustancias que han pasado por un proceso de cristalización.”</p> <p>“La diferencia es que una roca está formada por varios minerales y que un mineral es solo uno. Un mineral solo contiene una sustancia y una roca contiene más.”</p> <p>“El mineral está cristalizado, la roca es material compacto.”</p> <p>Ausencia de respuestas (23%)</p>

Fósiles	¿Cómo se forma un fósil?	<p>“Un fósil se forma a partir de los restos de algún ser vivo, que tras el paso de los años se ha mantenido intacto.”</p> <p>“Una huella, excremento, hueso etc., estos restos están “atrapados” en la arena y con el paso del tiempo se convierten en rocas.”</p> <p>“Un fósil se forma cuando tras millones de años restos de seres vivos se quedan en las rocas o en la tierra.”</p> <p>“Se forma cuando un cuerpo muere, se queda un el suelo y con el paso del tiempo deja su huella.”</p> <p>“Un organismo es sepultado por varias capas de sedimentos al cabo del tiempo lo que queda es el exoesqueleto.”</p> <p>Ausencia de respuestas (29%)</p>
---------	--------------------------	--

A la vista de estos resultados, se advierte un grado de motivación bajo hacia la geología por parte de algunos alumnos, y sobre todo, arrastre de errores conceptuales o el desconocimiento de algunos aspectos básicos, presentes en el currículo de cursos anteriores.

La evaluación inicial ha servido para diseñar una propuesta con una serie de estrategias de aprendizaje que promueven la reflexión consciente, el chequeo permanente del proceso de aprendizaje y el incremento de la motivación. Todo esto, realizado en un contexto de educación a distancia, que ha condicionado la toma de decisiones en cuanto a estas estrategias.

Para trabajar sobre estos resultados, se han desarrollado actividades en las que el alumno tenga que revisar continuamente sus conocimientos. Así pues, se han diseñado algunas actividades que tengan continuidad a lo largo de la propuesta, con el fin de que tengan que chequear su propio trabajo. Con esto se pretende seguir avanzando en el aprendizaje y alcanzar los objetivos de la propuesta.

3.3) Objetivos.

Se especifican tres niveles de concreción de objetivos: de etapa, de asignatura y didácticos (incluyendo objetivos generales y específicos), de más amplio a más concreto. Los dos primeros, referentes a la ORDEN ECD/494/2016, de 26 de mayo.

Objetivos de etapa:

- Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.

Objetivos de asignatura:

- Obj.BG.8. Utilizar con cierta autonomía destrezas de investigación, tanto documentales como experimentales (plantear problemas, formular y contrastar hipótesis, realizar experiencias, etc.), reconociendo el carácter de la ciencia como proceso cambiante y dinámico.
- Obj.BG.9. Desarrollar habilidades que se asocian al trabajo científico, tales como la búsqueda de información, la capacidad crítica, la necesidad de verificación de los hechos, el cuestionamiento de lo obvio y la apertura ante nuevas ideas, el trabajo en equipo, la aplicación y difusión de los conocimientos, etc., con la ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación cuando sea necesario

Objetivos didácticos:

Generales:

- Desarrollar los contenidos de una propuesta didáctica llamada “El Tiempo geológico y paleontología”. a través de la metodología *flipped classroom*.
- Fomentar el proceso de alfabetización científica y generar conciencia sobre el proceso de verificación de la información de forma autónoma

Específicos:

- Identificar las diferencias entre datación absoluta y datación relativa. También, despejar dudas sobre el proceso de fosilización y conocer los principales fósiles guía.
- Crear una herramienta personalizada de trabajo sobre el tiempo geológico.
- Detectar incoherencias conceptuales en un texto a través de cotejo de información trabajando la alfabetización científica

3.4) Justificación

El estado de alarma decretado por el gobierno el 14 de marzo de 2020, ha supuesto un hito en la historia de la educación, Una de las novedades a las que nos hemos enfrentado desde el sector de la educación, ha sido a la elaboración de propuestas didácticas no presenciales basadas en el *e-learning* o teleformación.

El reto de cambiar de la formación presencial a la tele-formación, ha sido abordado con increíble rapidez desde los centros en coordinación con las familias, intentando combinar metodologías que se centren en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno adaptándose a la nueva situación para que todos los alumnos cumplan con los objetivos educativos (Sala, 2020).

Este tipo de formación tiene dos dimensiones: una técnica (recursos, plataformas didácticas...) y otra didáctica: control de significación de contenidos, el papel del profesor y de los alumnos, estrategias didácticas, atención de espacios organizativos, etc. (Cabrero, 2006).

Uno de los métodos que mejor se adapta a la formación no presencial es el *flipped classroom*, o aula invertida, que en este contexto consiste en que el alumno estudie los

conceptos teóricos por sí mismo, a través de diferentes herramientas que el profesor le facilita, como por ejemplo vídeos o podcasts grabados, píldoras formativas, páginas web que deben consultar de forma autónoma y que les sirvan para realizar una serie de actividades y ejercicios a la vez que se ofrece un espacio para resolver dudas y abrir foros de discusión sobre el material proporcionado.

El *flipped classroom*, posee grandes influencias de otro método llamado *Blended learning*, conocido en España como *b-learning* o aprendizaje semipresencial. El nombre proviene del inglés, y hace referencia a la enseñanza mixta. Combinación de clases presenciales en el aula con no presenciales, online. Por eso ha recibido otros nombres como aprendizaje mixto, combinado o híbrido. Se podría resumir esta metodología como la coordinación entre clases magistrales y la enseñanza exclusivamente virtual, seleccionando las cuestiones más positivas de cada método (Aiello y Willem, 2004)

La metodología *flipped classroom* se implementa en esta propuesta a través de material didáctico entregado a los alumnos, que ha sido principalmente en formato “píldora formativa” acompañado con una serie de actividades. Esto se combina con reuniones de videoconferencia, para tratar las dificultades que han tenido a la hora de realizar las actividades propuestas asociadas a cada píldora formativa.

Estas píldoras o vídeos didácticos, pueden asemejarse en ocasiones a una clase magistral. Puede sorprender que en un trabajo de innovación se hable de clase magistral, considerada obsoleta por muchos en el campo de la enseñanza, pero desarrollada correctamente, consigue también una serie de objetivos: proporciona en un tiempo breve información relevante, actualizada, organizada, procedente de fuentes diversas y de difícil acceso a los alumnos, facilita la comprensión de conceptos complejos y proporciona a los alumnos las claves de la comprensión. (Sánchez, 2011).

En este punto se consideran las ventajas e inconvenientes más importantes de la metodología *flipped classroom*, basadas en los estudios de Aguilera-Ruiz (2017):

Como ventajas de la *flipped classroom*, destacamos que esta metodología suele venir acompañada de aumento del interés y una mejor actitud por parte del alumnado, también hacia el profesor, que el proceso de aprendizaje se hace extensible a toda la comunidad educativa: profesores, padres, alumnos... Los contenidos se asimilan al ritmo de aprendizaje que cada alumno necesita, ya que el video se puede parar, o ver cuántas veces se necesite. El estudiante se responsabiliza en mayor medida de su proceso de aprendizaje, a través de un rol más activo.

Como inconvenientes principales, resaltar que es necesario mucho tiempo por parte de los docentes en la preparación de videos o recopilación de material audiovisual de calidad para las clases y que también es necesaria la formación en tecnologías de la información y la comunicación por parte de los docentes para crear el material digital y compartirlo con los alumnos. Además, podría darse casos de discriminación entre el alumnado que no tenga acceso a internet o medios informáticos en sus hogares.

Para un correcto funcionamiento de esta metodología, se debe buscar herramientas para verificar que los alumnos han visto el video, y motivarlos para hacerlo si el porcentaje no es elevado entre el alumnado, ya que se podría crear un sesgo importante entre los estudiantes.

El material didáctico (vídeos), deben ser interactivos (aportando enlaces a actividades y recursos web) y nunca de más de 20 minutos, para favorecer la atención, y estar compaginadas con otros materiales para trabajar (ejercicios, actividades, formularios, apuntes escritos, presentaciones...)

Ante la situación generada por la pandemia del COVID-19, se presenta el bloque teórico “El tiempo geológico y paleontología” dividido en 4 sesiones en las que se incluye material explicativo en formato vídeo y escrito, para que los alumnos completen una serie de actividades que serían entregadas a final en un plazo de una semana. A esto se le añaden sesiones de asesoría online para la resolución de las mismas, tutorías o reuniones conjuntas a través de videoconferencias, correo electrónico o mensajes a través de una plataforma de enseñanza virtual. Esta forma de trabajar resulta cómoda y práctica, tanto para el profesorado como para el alumnado en la circunstancia actual.

La herramienta que se ha utilizado por parte de prácticamente todo el centro para subir material y tener conectados a los alumnos la plataforma educativa *Google classroom*, que permite gestionar el aula de forma colaborativa. Esta herramienta, facilita el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que cada profesor puede adaptarla a las necesidades de su clase, creando su propia estructura y organizando los temas y tiempos de forma eficiente.

El trabajo mediante aulas virtuales, hace que la experiencia educativa no se desarrolle en solitario, sino en una comunidad virtual, consiguiendo que el trabajo sea más colaborativo, sobre todo, cuando no se está presente físicamente en el aula. (Acosta, Cortes y Maldonado, 2017).

En cuanto a la asignatura en sí, el bloque que se ha desarrollado, relacionado con la Geología, cuenta con una serie de barreras, psicológicas y pedagógicas. Por un lado hay una insuficiente dedicación curricular hacia la Geología, causando un importante retroceso en la preparación científica en edad escolar hacia esta ciencia. Esto unido a otros escollos, como la dificultad de comprensión de escalas de espacio tiempo, o por la dificultad de manipular y experimentar con estas variables y de diseñar experiencias realizables, se traduce en dificultades para lograr un aprendizaje significativo o puede provocar ideas erróneas o concepciones alternativas entre el alumnado (Carrillo y Aguilar, 1992; Morató y Sequeiros, 1998; Pedrinaci, 2002; Pedrinaci, 2013; Calonge, López, Meléndez y Fermeli, 2012).

Además los datos arrojados por la evaluación inicial, en este caso confirman esas sospechas, ya que dentro de la asignatura, la Geología (junto con la Ecología) es la parte de la asignatura que menos interesa a los alumnos (Ver Figura 1). Es una lástima que a pesar de la importancia de las grandes contribuciones que ha hecho la Geología a la

ciencia moderna, sigue decreciendo su importancia en la educación científica a nivel global (Pedrinaci, 2014).

Las actividades de esta propuesta, pretenden ser una mezcla de diversas categorías de estrategias y procesos cognitivos que se pueden desarrollar en la educación científica, basándose en las descritas por Santano (2004):

- Actividades de recopilación de información: desarrolla escasas destrezas mentales típicas de las ciencias
- Actividades de comprensión y aplicación de conocimientos: tienen más importancia en el conocimiento científico ya que requieren de aplicar el conocimiento en actividades nuevas.
- Actividades de análisis: que implican en el mejor de los casos elaborar el propio conocimiento.
- Actividades de síntesis: aportan la posibilidad de relacionar contenidos y organizarlos y las experimentales permiten un acercamiento a métodos de trabajo propios de la disciplina.

Estas actividades, han sido diseñadas para cumplir de la forma más equilibrada posible estas características, como se detalla en el apartado 3.5.3 de este informe.

Uno de los objetivos que se ha querido perseguir con esta propuesta, es la llamada alfabetización científica. Con esto nos referimos a manejar el vocabulario científico, conocer la ciencia y determinados hechos, conceptos y teorías y aplicar ese conocimiento en situaciones reales y simuladas (Gil y Vilches, 2001).

Por último, en cuanto al aprendizaje basado en competencias, destacaremos que en esta propuesta, la competencia que se ha de trabajar de manera aconsejada por la orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, es la Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT en adelante), que para este bloque se aborda mediante desarrollar habilidades para utilizar los conocimientos y metodología científicos y explicar la realidad que nos rodea.

También, en lo referente a los fósiles, la orden hace referencia a la competencia de Conciencia y Expresiones Culturales (CEC), que se trabajará a través de poner en conocimiento y valor patrimonio ambiental de la zona, aprendiendo los nombres que se les da en Aragón a determinados tipos de fósiles.

La CMCT, competencia presente en todos los criterios de evaluación de esta propuesta, se trabajará de forma mediante la alfabetización científica: utilizar la información científica para ayudarnos a elegir entre las opciones que se nos plantean en el día a día, ser capaces de implicarnos en debates relacionados con la ciencia y compartir la emoción que puede provocar la comprensión del mundo natural. Es decir, no invitamos a que los alumnos reproduzcan ciertos conocimientos, sino que aprendan a utilizarlos para demostrar que han sido aprendidos, trabajándose así la perspectiva competencial. (Pedrinaci, 2013).

3.5) Actividades de la propuesta didáctica.

3.5.1) Contexto

El aula objeto de este TFM, se trata de un grupo de 1º de Bachillerato, de la asignatura Biología y Geología. Se trata de un grupo de alumnos con acceso a tecnología e internet capaces de seguir las clases mediante teleformación. El nivel y rendimiento académico del grupo es bueno durante toda la etapa. En el momento de mi llegada, además, estaban respondiendo bien a los métodos de *e-learning* adoptados por la tutora del centro, mostrándose interesados, asistiendo a las actividades programadas y entregando puntualmente el trabajo.

La metodología adoptada para esta propuesta, es por tanto una adaptación de la llamada *flipped classroom*, que sigue la línea de la empleada por el instituto desde que se decretó el estado de alarma, que consistía en entregar material tanto teórico como práctico a los alumnos un día a la semana para que trabajaran de forma autónoma, estando disponible para consulta de dudas reuniones conjuntas, tutorías etc., durante el resto de la semana. A su vez, esta propuesta corresponde al bloque 9 de la ECD/489/2016, de 26 de mayo, cuyos contenidos son:

- Estratigrafía: definición y principios generales de la estratigrafía.
- Dataciones absolutas y relativas.
- Las grandes divisiones geológicas.
- Principales acontecimientos en la historia geológica de la Tierra: orogenias, extinciones masivas y sus causas naturales.

A su vez, en esta orden aparecen descritas una serie de características curriculares, descritos en la tabla 3.

Tabla 3: Características curriculares del bloque equivalente de la Orden ECD/494/2016

Criterios	Estándares de aprendizaje evaluables	Competencias
Crit.BG.9.1. Deducir a partir de mapas topográficos y cortes geológicos de una zona determinada, la existencia de estructuras geológicas y su relación con el relieve.	Est. BG. 9.1.1. Interpreta mapas geológicos y realiza cortes geológicos sencillos	CMCT
Crit.BG 9.2. Aplicar criterios cronológicos para la datación relativa de formaciones geológicas y deformaciones en un corte geológico.	Est. BG. 9.2.1. Interpreta cortes geológicos sencillos. Determina la antigüedad de los estratos Discordancias y su historia geológica.	CMCT
Crit.BG 9.3. Interpretar el proceso de fosilización y los cambios que se producen.	Est. BG. 9.3.1. Explica el proceso de fosilización. Reconoce los principales fósiles guía, valorando su importancia para el establecimiento de la historia geológica de la Tierra.	CMCT- CCEC

	Reconoce la importancia del patrimonio paleontológico. Aplica los fósiles guía más importantes como método de datación. Reconoce los principales fósiles en Aragón.	
--	---	--

3.5.2.) Participantes

La clase está formada por 18 alumnos (12 alumnas y 6 alumnos), con un nivel y rendimiento académico bueno, ninguno de ellos repetidor. Del total de los alumnos, tan solo uno tiene una evaluación pendiente. Todos tienen acceso a tecnología e internet para seguir las clases mediante teleformación. Durante la 1ª y 2ª evaluación, en general, todos los alumnos han trabajado bien. En la primera evaluación hubo dos suspensos, de los cuales uno ya ha sido recuperado. En la segunda evaluación no hay ningún suspenso y las notas son buenas.

3.5.3) Actividades

Las actividades principales de la propuesta, se desarrollan a lo largo de 4 sesiones:

- Sesión 1: Datación absoluta y relativa

Actividades propuestas: Batería de actividades: actividades relativas a la sesión teórica de datación, con plazo de entrega de una semana. Incluye preguntas cortas, de selección y pequeñas búsquedas en internet de información relativa al tema.

- Sesión 2: El tiempo geológico

Actividades propuestas: Elaboración de una tabla cronológica de la tierra (I): actividad relativa a la sesión teórica del tiempo geológico. Plazo de entrega de una semana. Elaboración de una tabla cronológica de la historia de la Tierra. Se propone que desarrollen una cronología de las edades de la Tierra que incluya Eones, Eras, Periodos y Épocas explicados en una hoja de cálculo o tabla dinámica. Después se tiene que ubicar en ella una serie de acontecimientos o sucesos relevantes en la historia del planeta, detallados en la misma.

- Sesión 3: Paleontología y fósiles

Actividades propuestas: Elaboración de una tabla cronológica de la tierra (II): Actividad relativa a la sesión teórica de paleontología, fósiles y fósiles guía, con plazo de entrega de una semana. Continuar con la tabla cronológica elaborada la semana anterior, añadiendo los periodos en los que existieron los fósiles guía que se indican en la actividad. Se complementa con un formulario google sobre el tema de fósiles guía que incluye un visu de los mismos.

- Sesión 4: Sesión de repaso

Actividades propuestas: A la caza del error: “Noticia falsa” con errores relativos a los temas estudiados en las semanas previas. Se dice que hay al menos 16 errores conceptuales directamente relacionados con la materia que se deben identificar y corregir. Los estudiantes deben elaborar un informe. Esta actividad se considera una

actividad de repaso muy importante en la evaluación, pues trata conceptos tratados en todo el bloque. La Noticia falsa está disponible en el Anexo III.

Todas las actividades, están ordenadas por sesiones y disponibles en el siguiente enlace a *Google drive*:

<https://drive.google.com/drive/folders/1KDTI7IT4Icj3HUvICTeXFD6jjhC3FBc-?usp=sharing>

Para una mayor comprensión de las actividades de la sesiones 2 y 3, se incluye en el Anexo IV una de las producciones de los alumnos que incluye el cronograma final realizado entre las dos sesiones.

La metodología adoptada para ello ha sido la *flipped classroom*. Esta metodología ha implicado la elaboración de vídeos, lo que ha conllevado un esfuerzo extra a la hora de crearlos ya que 3 de las sesiones (1, 2 y 3) están guiadas con un vídeo tutorial de entre 12 y 19 minutos. Los vídeos eran editados, y consistían en una mezcla de imágenes de diapositivas de *Power point*, con fragmentos de vídeo animados con la locución del docente haciendo las explicaciones pertinentes del tema en desarrollo.

En los vídeos es muy importante tener una estructura clara y ordenada ,además de saludarse y despedirse al inicio y final del vídeo, introducir con una breve explicación y remarcar al final las actividades que se tienen que entregar a raíz del visionado del video y cuando. Es decir, intentar que se parezca lo máximo posible a una clase tradicional, mostrando interés y cercanía hacia el alumnado.

Los vídeos, se suben a la plataforma educativa *Google Classroom*, junto con material de apoyo escrito (apuntes, presentación *Power point*) y las actividades propuestas para la semana: documentos, cuestionarios google o lo que proceda (Tabla 4), para que se complete durante el visionado o tras el mismo. Con esto se consigue que los conceptos queden más claros y se aprecie la aplicación práctica de la materia en cuestión. Este recurso está disponible para que los alumnos lo puedan ver tantas veces como quieran o necesiten y absorber el máximo de los contenidos expuestos.

La organización de las sesiones, el material didáctico, y cómo ayuda este a la consecución de los objetivos didácticos de cada una de las sesiones, se describen en la Tabla 4. Los objetivos didácticos de esta tabla, están en coherencia con los objetivos descritos en el apartado 3.3 de este informe.

Tabla 4: Organización de las sesiones y relación con los objetivos, contenidos y criterios de evaluación:

	Material didáctico	Objetivos específicos	Contenido curricular	Criterios de evaluación
Sesión 1: Datación absoluta y relativa	<ul style="list-style-type: none"> - Encuesta de evaluación inicial - Vídeo presentación - Píldora formativa datación absoluta y relativa - Apuntes PDF sobre datación absoluta y relativa - Batería de actividades 	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer las diferencias entre datación absoluta y relativa - Identificar en qué casos se utilizan los diferentes sistemas radiométricos 	<ul style="list-style-type: none"> - Dataciones relativas y absolutas 	Crit. BG. 9.2.
Sesión 2: El tiempo geológico.	<ul style="list-style-type: none"> - Píldora formativa la historia de la Tierra - Apuntes y presentación en PDF sobre el tema de La historia de la Tierra - Actividad: Elaboración de una tabla cronológica de la tierra (I) 	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer la historia de la Tierra y los principales eventos desde su formación - Crear una herramienta de trabajo sobre el tiempo geológico personalizada 	<ul style="list-style-type: none"> - Grandes divisiones geológicas: La tabla del tiempo geológico. - Principales acontecimientos en la historia geológica de la Tierra. - Extinciones masivas y sus causas naturales 	Crit. BG. 9.2.

Sesión 3: Paleontología y fósiles	<ul style="list-style-type: none"> - Píldora formativa Paleontología, fósiles y fósiles guía. - Apuntes y presentación en PDF sobre el tema de “Paleontología, fósiles y fósiles guía.” - Actividad: Elaboración de una tabla cronológica de la tierra (II) - Formulario google sobre paleontología y fósiles 	<ul style="list-style-type: none"> - Despejar dudas sobre el proceso de fosilización y conocer los principales fósiles guía. - Ubicar en la escala de tiempo generada la sesión anterior los periodos en los que vivieron los diferentes fósiles guía 	<ul style="list-style-type: none"> - Paleontología. - Proceso de fosilización - Principales fósiles guía 	Crit. BG. 9.3.
Sesión 4: Repaso: A la caza del error	<ul style="list-style-type: none"> - Vídeo repaso sobre los conceptos que más dudas han generado repasando las actividades - Actividad “A la caza del error: Noticia falsa” 	<ul style="list-style-type: none"> - Detectar incoherencias conceptuales en un texto a través de cotejo de información. - Reforzar los conocimientos y habilidades adquiridos. - Verificar la información del texto a través de búsqueda de información fiable - Debatir y redactar con corrección (Alfabetización científica) 	<ul style="list-style-type: none"> - Repaso del contenido de las sesiones 1, 2 y 3 	BG. 9.2 Y BG 9.3

Por tanto, el trabajo de cada una de las sesiones se organiza de la siguiente forma: el docente su sube todo el material de la sesión a *Google Classroom*., los alumnos hacen el visionado del vídeo didáctico o píldora formativa y proceden a la resolución de actividades. Después se concierta una videoconferencia conjunta o individual si es necesario y se atiende a las dudas formuladas a través de correo electrónico, tras lo que los alumnos presentan las actividades en el tiempo acordado. Periódicamente el docente corrige las actividades y realiza durante la última sesión un vídeo repaso incidiendo en los aspectos dónde se han cometido errores.

3.6) Evaluación.

El aprendizaje del alumnado es evaluado sistemáticamente a lo largo de toda la propuesta, para introducir en el proceso educativo los cambios que sean necesarios si el aprendizaje de los alumnos necesita refuerzo o aceleración en algunas áreas.

A lo largo de la propuesta se ha hecho evaluación inicial (antes de la propuesta, de carácter diagnóstico) y formativa (a lo largo de la propuesta, orientadora y motivadora). La evaluación sumativa, de carácter promocional y acreditativa la realizaría finalmente la tutora del centro.

Los procedimientos e instrumentos de evaluación, serían acordes a una evaluación continua, realizada a través del seguimiento individualizado y sistemático de cada alumno, teniendo en cuenta las producciones que realice y entregue.

Los procedimientos de evaluación por tanto han sido variados dependiendo del tipo de actividad teniéndose en cuenta los siguientes parámetros y rúbricas y criterios de calificación en las diferentes actividades, y se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Instrumentos y procedimientos de evaluación

Sesión	Actividad	Instrumentos de evaluación	Procedimiento de evaluación
1	Batería de actividades de datación absoluta y relativa	Cuestionario con 5 preguntas cortas	El alumno rellena el cuestionario y lo envía en el plazo de una semana
2	Elaboración de una tabla cronológica de la tierra (I): Acontecimientos de la historia de la Tierra	Cronograma del tiempo geológico en tabla con eventos de la historia de la Tierra	El alumno realiza un cronograma con las edades de la Tierra y una serie de eventos de la historia de la Tierra propuestos y lo envía en el plazo de una semana
3	Elaboración de una tabla cronológica de la tierra (II). Ubicar el periodo en el que existieron diferentes fósiles guía	Continuación del cronograma del tiempo geológico en tabla añadiendo periodos de principales fósiles guía	El alumno realiza un cronograma con los fósiles guía propuestos y lo envía en el plazo de una semana
	Formulario de preguntas sobre paleontología fósiles y fósiles guía	Formulario google	El alumno contesta el formulario y lo envía en el plazo de una semana
4	Noticia falsa: A la caza del error	Informe	El alumno realiza un informe. Detecta errores y los reescribe. Plazo de entrega de una semana. Corrección con rúbrica (Anexo II)

Los agrupamientos para realizar las actividades han sido siempre de forma individual. La evaluación se ha llevado a cabo a través de la corrección de las producciones de los alumnos.

El estado de alarma, ha hecho que la evaluación del tercer trimestre se desarrolle de forma excepcional. La Orden ECD/357/2020, de 29 de abril, establece las directrices de actuación para el desarrollo del tercer trimestre, haciendo hincapié en la flexibilización de los procesos de evaluación.

- Se tiene en cuenta para la evaluación la entrega de tareas y la puntualidad en la entrega de las mismas. Por cada día de retraso en la entrega de tareas se restará un 25% de la nota máxima a obtener en este punto
- Se valorará la presentación y aspectos formales: Las tareas se presentan bien digitalizadas o bien a mano, pero teniendo en cuenta la forma. Tipografía uniforme en todo el documento, interlineado uniforme, que no se detecten síntomas en los documentos de que haya habido una copia directa o plagio de páginas de internet. Que no se amontonen las figuras y que se facilite la lectura de la tarea.

Estos parámetros supondrán el 50% de cada sesión.

Además para las tres primeras sesiones, se han establecido unos criterios e indicadores de aprendizaje para calificar el trabajo de los alumnos. Atienden a lo siguiente:

1. Conocimiento y dominio de los contenidos: las respuestas de las actividades son correctas, están fundamentadas y explicadas. Se establece un sistema de puntuación para determinar la calificación de cada una de las actividades propuestas, que están diseñadas para que esta calificación se establezca en función de la consecución de los objetivos específicos.
2. Elaboración de las tareas: se premiará la redacción con palabras y pensamientos propios y la coherencia en la expresión escrita, siempre y cuando, las afirmaciones se basen en evidencias razonadas. También se valorará positivamente el rigor y la creatividad a la hora de redactar. A través de estos parámetros, debe quedar claro que ha habido comprensión epistemológica y conceptual.

Para la Sesión 4, al tratarse de una actividad final de repaso, se ha establecido una rúbrica para la evaluación del informe, disponible en el Anexo 2.

La evaluación de mi propuesta didáctica, pasará a formar parte de la evaluación final del 3^{er} trimestre efectuada por Sandra Arribas, profesora titular del Ramón y Cajal. Los criterios de calificación han sido:

- Evaluación docente: 70% de la nota (17,5 % cada una de las 4 sesiones)
- Autoevaluación individual: 30 % de la nota. A través de formulario *Google*

Una vez ponderada las notas de la evaluación docente y la autoevaluación, se envió la nota desglosada por correo electrónico a cada alumno de forma privada, con anotaciones pertinentes.

3.7) Resultados de la evaluación:

Los resultados obtenidos de cada sesión y de forma global son los siguientes:

Sesión 1, batería de actividades: la batería de actividades propuesta en esta sesión, contenía en su mayoría preguntas de identificar, localizar, reconocer... Se trata de actividades relacionadas con procesos cognitivos de orden inferior y los resultados son buenos en general en las preguntas más simples. La última pregunta “Busca en internet cómo se ha conseguido saber la edad de la Tierra”, las respuestas fueron muy elaboradas, incluso algunas resultaron copiadas directamente de páginas de internet. En la Figura 2 se muestran dos de estos ejemplos, poco trabajados o que suponen evidentemente un plagio de internet, ya que ni siquiera se han molestado en utilizar un tipo de fuente tipográfica uniforme. En la figura, el segundo ejemplo ha sido recortado porque se alargaba durante 3 páginas. Esta pregunta, podría haber sido una buena oportunidad para trabajar la alfabetización científica, pero posiblemente por el poco hincapié que se le dio, o una mala redacción del enunciado no ha funcionado bien. Quizá podría haber sido un enunciado de tipo: “*Indaga e investiga en internet (citando las fuentes de información) cómo se ha conseguido saber la edad del planeta Tierra ¿qué incoherencias hay? ¿Qué certezas? ¿Hay consenso científico al respecto?*”.

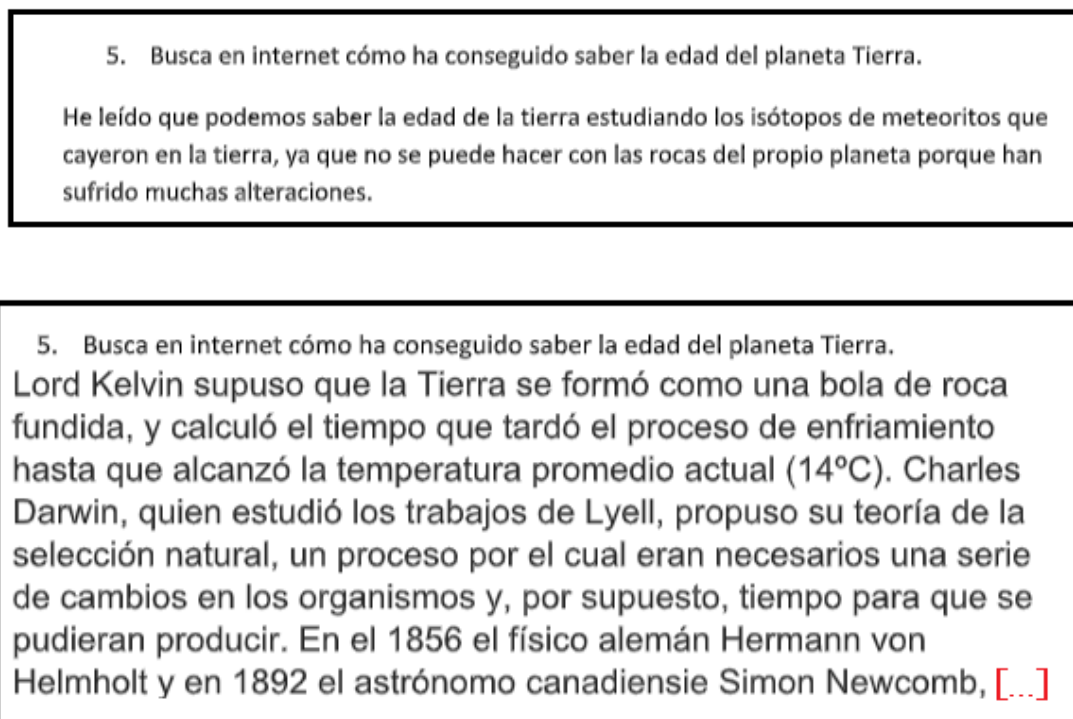


Figura 2: Ejemplos de producciones del alumnado

En conclusión, aunque a nivel conceptual todas las preguntas estaban bien contestadas, no sirven para determinar si hubo un aprendizaje significativo.

Sesión 2, cronograma del tiempo geológico: los alumnos no tuvieron problema en la elaboración del cronograma, ubicaron sin dificultad los eventos de forma correcta. Al categorizar, construir y organizar el cronograma, se están desarrollando procesos

cognitivos que tienen mayor profundidad. Por otro lado, a la hora de la creación del cronograma, todos los alumnos adoptaron el modelo propuesto y no desarrollaron una herramienta propia e individual, por lo que la parte de la creación de la herramienta no se alcanzó con el grado deseado.

Sesión 3: cronograma de fósiles guía y formulario: la parte de completar cronograma de la Tierra introduciendo los periodos en los que existieron diferentes tipos de fósiles guía fue llevado a cabo por parte de todo el alumnado sin complicación. La mayordiferencia fue en como presentar esa información dentro del cronograma, teniendo muy diferentes maneras de presentar esta información, lo que implica que a creación de una herramienta cronológica hecha a medida, actúa de forma positiva en la forma en la que cada alumno necesita tener disponible esa información.

En el caso del cuestionario sobre fósiles, el visu ha sido contestado correctamente por prácticamente todo el alumnado, pero ante la pregunta “¿Qué es un fósil?”, el 11 % ha contestado de forma errónea diciendo que es “Un organismo petrificado que con el paso de los años ha permanecido intacto”.

Los problemas para definir la fosilización, fue una de las ideas alternativas detectadas durante la evaluación inicial, y aunque un 89% de los alumnos haya contestado de forma correcta, la persistencia de esta concepción alternativa puede ser signo de que el aprendizaje de los conocimientos sobre fosilización no ha sido efectivo, o bien estas concepciones erróneas están fuertemente arraigadas.

En el Anexo IV está disponible cronograma elaborado por uno de los alumnos (Correspondiente a parte de las actividades de las sesiones 2 y 3). Además en el siguiente enlace se pueden ver otras propuestas desarrolladas por los alumnos.

<https://drive.google.com/drive/folders/1bP-IAutmu5MhiFN8wa5flQDcD67lb-k7?usp=sharing>

Sesión 4: Noticia falsa: a la caza del error: La evaluación de esta actividad se llevó a cabo mediante la rúbrica del Anexo 2. Los resultados de esta actividad no fueron tan buenos como cabía esperar, quizá porque hicieran falta más sesiones presenciales debate sobre los errores encontrados, lo que ayudaría a una mejora de la alfabetización científica. Todos los alumnos entregaron el informe, pero tan solo un 15% encontraron más de 10 errores en la noticia. Estos alumnos además fueron los que mejores resultados ofrecieron a la hora de reescribir de forma correcta el error, habiendo un 30 % del alumnado que solo se limitó a detectar los errores y decir vagamente cual era el fundamento del error pero no enunciar la frase de manera correcta. Además, la reelaboración de enunciados fue por parte de muchos vaga. En la figura 3 se muestran algunos las producciones de los alumnos.

-Sus restos fosilizados: Los restos no pueden ser fosilizados ya que deberían ser carbonizados.

-Edad aprox. de hace 542 millones de años: El periodo del carbonífero tuvo lugar hace 350 millones de años aprox.

-De un dinosaurio herbívoro: El Mosasaurus era un dinosaurio carnívoro.

-Dinosaurio del carbonífero: En el carbonífero no existían los dinosaurios. [...]

1ºError: la fecha del carbonífero no es correcta, debería ser alrededor de 350 M de años.

2ºError: El Mosasaurus pertenece al periodo cretácico, y es marino. +

3ºError: El tamaño de las hojas no es muy grande.

4ºError: creo que la técnica de rubidio y argón no se utiliza para esto. [...]

- Este descubrimiento podría ayudar a los sismólogos a entender la radiación evolutiva de las plantas -> esto no tiene mucho sentido ya que los sismólogos se encargan del estudio de terremotos y la propagación de las ondas sísmicas de la Tierra y la radiación evolutiva es un proceso que describe la rápida especiación de una o varias especies para llenar muchos nichos ecológicos. Por lo que tienen más sentido que este descubrimiento ayudara a los biólogos o a los paleontólogos. [...]

Figura 3: Ejemplos de diferentes formas de presentación de la actividad “A la caza del error”.

Uno de los objetivos de esta actividad era trabajar la alfabetización científica a través de la reelaboración de los enunciados erróneos. El objetivo se consiguió de forma irregular, porque como se ve en la figura 3, en algunos casos los enunciados no estaban muy elaborados. Ya que aunque son capaces de detectar el error, no son capaces de elaborar un enunciado completo. Un ejemplo de esto extraído de la figura 3: “Creo que la técnica de Rb-Ar no se utiliza para eso”. Para que el objetivo de la actividad se cumpliera en su totalidad, el alumno debería afirmar con sin duda que la técnica del Rb-Ar no y cuál sería la más adecuada en ese caso.

A pesar de eso, la evaluación ha sido positiva, con el matiz de que para que esos objetivos se cumplieran en mayor grado, hubiera sido necesaria otra sesión para trabajar las actividades de la Sesión 4 de forma conjunta, que no se llevó a cabo porque finalizaba el periodo de prácticas.

4) EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

Por las circunstancias relativas al estado de alarma, esta propuesta se ha diseñado para trabajar de forma individual y a distancia, aunque tiene mucho potencial para ser abordada como trabajo grupal y en el aula: dedicar más sesiones a la búsqueda de error, generar debate, que los alumnos elaboren noticias falsas e intercambien con los compañeros, o que busquen errores en noticias reales.

La formación a distancia no es incompatible con el trabajo grupal, ya que existen muchos canales a través de los que los alumnos pueden trabajar cada uno en su casa pero en agrupaciones, personalmente siento que algunas de las actividades se hubieran enriquecido con esta forma de trabajar.

Otra gran limitación en cuanto al desarrollo de la actividad es el *feedback* recibido durante la coevaluación de las actividades, que está propuesto para desarrollarse por video-conferencia, pero podría ser más interesante debates presenciales, que ayudarían a conseguir en mayor grado uno de los objetivos de la propuesta: la alfabetización científica.

Si las prácticas se hubieran desarrollado de otra manera, me parece muy interesante igualmente trabajar el *flipped classroom*, para dedicar más tiempo a la actividad de la sesión 4, “Noticia falsa: a la caza del error”. Esta actividad, diseñada específicamente para el grupo en cuestión, tiene mucho potencial metacognitivo y de alfabetización científica, se podría haber empleado otra sesión para que los propios alumnos redacten una noticia falsa (de forma individual o grupal) y sean intercambiadas para detectar los errores. Esta segunda parte que no se ha desarrollado podría ser interesante para abordar también el tema de las *fake news* y dar a los alumnos herramientas para que puedan detectar la veracidad de la información a la que son expuestos.

Para mejorar el proceso de evaluación de la propuesta, en lo referente a la evaluación del profesor por parte del alumnado, se realizó una encuesta de satisfacción docente, disponible junto con los resultados en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/open?id=1ySp7cM3ExlRM89k1Gtui3Emiz1_2IJGO0r8RMGBG-lk

Esta encuesta se diseñó teniendo en cuenta las funciones específicas del docente, agrupadas en dos categorías: las que recogen el saber (¿Sabe lo que enseña? ¿sabe cómo enseñarlo?) y las que recogen el hacer (¿Hace lo que ha dicho que haría? ¿Lo hace bien? ¿Es respetuoso con el alumnado?). Es decir, una buena evaluación de satisfacción docente tiene que recoger preguntas para poder evaluar los saberes y las conductas del profesor. (Tejedor, 2012). Por tanto, las preguntas de la encuesta, hacen referencia a evaluar estos dos parámetros.

La participación del alumnado en la evaluación de satisfacción docente ha sido del 83%, obteniendo unos resultados positivos, con los matices de que algunos alumnos no han

conseguido motivarse del todo con el bloque de geología y hacen referencia a algunos aspectos que pueden servir para mejorar, como incluir más ejemplos en los vídeos explicativos o mejorar los aspectos técnicos a la hora de hacerles llegar el material, que fue un tanto caótico las primeras semanas.

La alfabetización científica, uno de los temas principales de este TFM, se pretendía trabajar a través de una serie de actividades en la que los alumnos tuvieran que despertar su conciencia crítica y capacidad de rebatir afirmaciones erróneas, pero no se han obtenido los resultados esperados. Quizá con más sesiones dedicadas a la actividad “A la caza del error” podrían haberse conseguido mejores resultados y un aprendizaje más significativo dedicando más tiempo y atención personalizada a la redacción de enunciados y corroboración de hipótesis.

Para terminar con buen sabor de boca, quiero incluir también los aspectos positivos de esta evaluación por parte del alumnado es que se ha sabido transmitir pasión y energía y que las actividades propuestas han sido amenas y han conseguido fomentar emociones positivas en muchos de los alumnos, lo que ha quedado plasmado en la encuesta de satisfacción docente.

5) CONCLUSIONES

A pesar de lo complicado de la situación, las sensaciones obtenidas al haberla desarrollado son muy positivas: satisfacción, capacidad de adaptación, desempeño, practicidad...No obstante, lo acelerado de la situación hacen necesarias algunas reflexiones al respecto.

La metodología de *flipped classroom*, se adapta bien a la formación a distancia y ha supuesto en muchos casos una alternativa que permite el aprendizaje significativo. No obstante, la celeridad con la que ha sido llevada a cabo, no ha permitido una mayor dedicación a la elaboración de recursos en vídeo para el alumnado.

El hecho de que se haya trabajado de forma individualizada, multiplica el trabajo del docente y aleja al alumnado del trabajo colaborativo, a la vez que despersonaliza la educación y priva a los alumnos de la interacción entre ellos, aunque sea a distancia, por lo que en futuras propuestas o momentos en los que se adopte esta metodología, se debe tratar de incidir en el trabajo grupal aunque sea a distancia. Para ello sería necesario organizar grupos de trabajo online a través de plataformas docentes u otras herramientas más utilizadas entre el alumnado, como por ejemplo, redes sociales.

Las ideas alternativas detectadas entre el alumnado se han trabajado mediante las actividades propuestas a lo largo de las 4 sesiones de la propuesta, pero en el caso relativo al concepto de fósil, todavía se detectan fallos conceptuales en alguno de los alumnos. Esto es ligeramente desalentador, puesto que los alumnos hicieron el cuestionario poco después del visionado de las píldoras formativas, por lo que acababa de incidir en el concepto de fósil.

La experiencia vivida en torno al Practicum I y II, ha sido reveladora en el “cómo” me gusta trabajar, y de la necesidad de dotar a los docentes y futuros docentes de herramientas de desempeño a distancia, que ha supuesto la principal dificultad personal a la hora de desarrollar las prácticas.

El estado de alarma, ha provocado que las clases presenciales se transfirieran de forma inmediata al formato online. Esta acción urgente no puede ser análoga a una formación con propuestas diseñadas específicamente desde su inicio para impartirse online, (Hodges, Moore, Lockee, Trust y Bond 2020), por lo que para que la formación online sea efectiva, debe estar considerada, al menos en parte, en las programaciones didácticas. Además, es necesario estructurar conceptualmente esta amalgama semántica a la que nos referimos; no hay un nexo claro entre las propuestas teóricas realizadas tras investigaciones generadas en torno a la formación a distancia online. (Aretio, 2020).

Lo más interesante de esto, es que la dificultad en adoptar la nueva metodología estaba principalmente en mí, y no en el alumnado, que ha demostrado una gran implicación, manejo y buenos resultados al utilizar métodos a distancia y metodologías más innovadoras como es el caso del *flipped classroom*. Esto supone un rayo de esperanza en integrar al aula las nuevas metodologías basadas en las TIC, porque las nuevas generaciones están preparadas para ello. El reto viene entonces en torno a los profesores, que no han de descuidar la formación permanente en torno a las nuevas tecnologías y las posibilidades infinitas que estas ofrecen con el alumnado perteneciente a la generación de nativos digitales.

6) REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, N. K. M., Cortes, R. M. P., Maldonado, J. A. S. (2017). Ambientes educativos a distancia para la mejora de la enseñanza: Uso de Classroom. Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación, 4(8). Recuperado de: <http://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/163>
- Aguilera-Ruiz, C., Manzano-León, A., Martínez-Moreno, I., del Carmen Lozano-Segura, M., y Yanicelli, C. C. (2017). El modelo flippedclassroom. International Journal of Developmental and Educational Psychology, 4(1), 261-266. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3498/349853537027.pdf>
- Aiello, M., y Willem, C. (2004). El blended learning como práctica transformadora. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, (23), 21-26. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/368/36802302.pdf>
- Aretio, L. G. (2020). Bosque semántico: ¿educación/enseñanza/aprendizaje a distancia, virtual, en línea, digital, eLearning...?. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 23(1), 9-28. Recuperado de: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/25495>
- Arredondo, S. C., Diago, J. C. y Cañizal, A. (2010). *Evaluación educativa de aprendizajes y competencias*. Pearson Educación. Pág 169.
- Bengochea M. L. (2011). Píldoras formativas audiovisuales para el aprendizaje de programación avanzada. JENUI 2011: XVIII Jornadas de Enseñanza Universitaria

- de la Informática (2011), p 257-263. Recuperado de: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/61559/a30.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabero Almenara, J. (2006). Bases pedagógicas del e-learning. Didáctica, Innovación y Multimedia, (6). Recuperado de: <https://ddd.uab.cat/pub/dim/16993748n6/16993748n6a4.pdf>
 - Calonge, A., López, M. D., Meléndez, G. y Fermeli, G. (2012). Geoschools, el reto de mejorar la enseñanza de la Geología en la educación secundaria europea. In Actas del XVII Simposio sobre Enseñanza de la Geología, Huelva: Universidad de Huelva publicaciones (pp. 48-53). Recuperado de: <https://www.uhu.es/fexp/segeo2012/arc/comunicaciones/05.pdf>
 - Carrillo, L., & Aguilar, J. G. (1992). Enseñar y aprender Geología. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 5-9.
 - Díaz, F.; Hernández, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo (Vol. 2). México: McGraw-Hill. Pág 5.
 - Domingo, M.; Sequeiros, L. (1998). Extinción de la Geología en España: Alerta Roja, La. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 6(3), 206-210.
 - García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 493-509. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v32-n3-garcia-carmona/375728>
 - Gil, D., y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. Revista Investigación en la Escuela, 43, 27-37. Recuperado de: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/60304/Una%20alfabetizaci%c3%b3n%20cient%c3%adfica%20para%20el%20siglo%20XXIObst%c3%a1culos%20y%20puestas%20de%20actuaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., y Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 27. Recuperado de: <https://medicine.hofstra.edu/pdf/faculty/facdev/facdev-article.pdf>
 - i Morató, M. D y Sequeiros, L. (1998). Extinción de la Geología en España: Alerta Roja, La. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 6(3), 206-210.
 - Jiménez-Liso, M. R., Villalobos, L. H., y Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. Recuperado de: https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/9866/Jimenez_Liso_et_al_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 - Maceiras, R., Cancela, Á., & Goyanes, V. (2010). Aplicación de nuevas tecnologías en la docencia universitaria. Formación universitaria, 3(1), 21-26. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071850062010000100004&script=sci_arttext&tlng=en

- Magaña, E. C.; Cuesta, Á. I. A. (2017). Píldoras formativas en la educación online: posibilidades y limitaciones. In Innovación docente y uso de las TIC en educación: CD-ROM (p. 104). Universidad de Málaga (UMA). Recuperado de: http://www.enriquesanchezrivas.es/congresotic/archivos/Form_Compet_metodos/Colomo_Aguilar.pdf
- Moreno, N. D., Liso, M. R. J. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 54-70. Recuperado de: <https://reuredc.uca.es/index.php/eureka/article/view/2751/2399>
- Pedrinaci, E. (2002). Geología en el bachillerato: Un análisis del nuevo curriculum, La. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 10(2), 125-133.
- Pedrinaci, E. (2013). Fundamentos conceptuales y didácticos: Alfabetización en ciencias de la Tierra y competencia científica. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 21(2), 208-214.
- Pedrinaci, E. (2013). Presentación: ¿ Qué geología deberíamos enseñar en la educación secundaria?. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 21(2), 114-116.
- Pedrinaci, E. M (2014). La geología en la educación secundaria: situación actual y perspectivas. Macla, Revista de la Sociedad Española de Mineralogía, 14, 32-37. Recuperado de: http://www.ehu.eus/sem/macla_pdf/macla14/Macla14_032.pdf
- Sala, F. J. A. (2020). La Educación Secundaria en España en Medio de la Crisis del COVID-19. International Journal of Sociology of Education. Recuperado de: <https://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/rise/article/view/5749/3112>
- Sánchez, M. R. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. Tendencias pedagógicas, (17), 83-103. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3653734>
- Santano, P. P. (2004). ¿Qué actividades proponen los libros de texto elaborados para enseñar Geología? Pulso: revista de educación, (27), 49-60. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1104725>
- Tejedor, F. J. T. (2012). Evaluación del desempeño docente. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 5(1), 318-327.
- Vázquez, A, Á. (1994). El paradigma de las concepciones alternativas y la formación de los profesores de ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 12(1), 003-14. Recuperado de: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v12n1/02124521v12n1p3.pdf>

7) ANEXOS

Anexo I: Evaluación inicial:

Para esta actividad, tenéis que contestar las preguntas sin consultar internet, libros u otras fuentes de información. No tendrán ninguna repercusión sobre la evaluación. El objetivo de esta evaluación inicial es tener algo de información de vosotros como grupo, hacer un análisis de los conocimientos previos sobre geología en primero de bachillerato y conocer la opinión que tenéis sobre esta parte de la asignatura.

Sobre como percibimos la geología:

1. En una escala del 1 al 10, ¿Cuánto te interesa la geología?
2. En pocas palabras, ¿para qué sirve esta ciencia?
3. ¿Qué aspecto de la geología es el que más te llama la atención?
4. Cita si lo conoces algún geólogo o geóloga que haya pasado a la historia por su contribución.
5. Trata de valorar el interés que tienes por diferentes aspectos de la asignatura Biología y Geología del 1 al 5 (1 es poco y 5 mucho)
Biología molecular / Genética/ Fisiología animal y vegetal/ Ecología/ Geología/
Otra
6. Explica brevemente porqué crees que la biología y geología es importante en tu formación.

Conocimientos previos:

7. ¿Qué unidad de medida de tiempo es la más habitual en geología?
8. ¿Cuántos años tiene en planeta tierra aproximadamente?
9. ¿Podrías decir la diferencia entre una roca y un mineral?
10. Explica en pocas palabras cómo se forma un fósil
11. Relaciona el término con la frase correcta que le corresponda.
 - a. Un fósil característico es:
 - a) Es aquel que representa mejor a su especie por tener los rasgos más propios de ella
 - b) Es aquel que permite la datación de un estrato por ser exclusivo de una época geológica

Anexo II: Rúbrica de evaluación de las actividades de la sesión 4: Noticia falsa: A la caza del error.

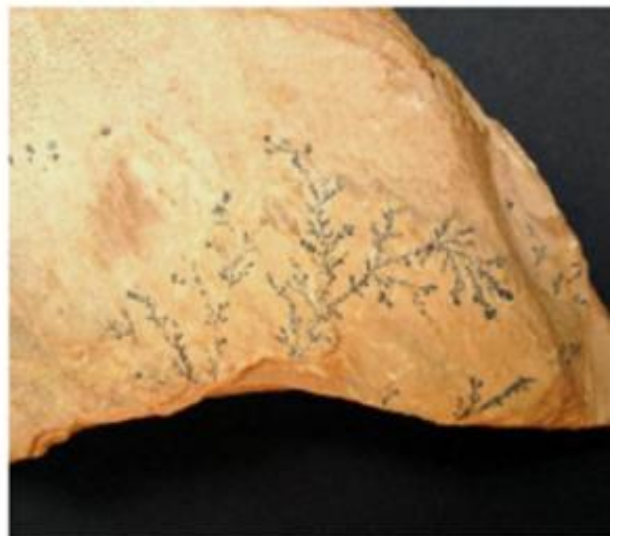
INDICADOR	Grado de consecución máximo (4 puntos)	Grado de consecución alto (3 puntos)	Grado de consecución suficiente (2 puntos)	Grado de consecución inadecuado (1 punto)	Puntuación
Identifica los errores en el texto relacionados con los sistemas de datación, las edades de la Tierra y los fósiles que se han tratado en clase.	Identifica los todos errores de texto	Identifica más de la mitad de los errores del texto	Identifica la mitad de errores del texto	Identifica menos de a mitad de errores del texto	Hasta 4 puntos
Verifica la información del texto a través de búsqueda de información fiable	Indica en todos los casos la fuente de verificación de los errores y es fiable	Indica en la mayoría de los casos la fuente de verificación de los errores y es fiable	Indica en algunos de los casos la fuente de verificación de los errores y es fiable	No indica la fuente de verificación o esta no es fiable.	Hasta 4 puntos
Se expresa con claridad y precisión en las correcciones	Enuncia las correcciones correctamente en su totalidad. Hay claridad y coherencia total en el texto, escrito sin faltas de ortografía	Enuncia las correcciones correctamente en su mayoría. Hay claridad y coherencia relativa	Enuncia algunas correcciones correctamente. Están enunciadas de forma clara.	No hay redacción de correcciones o si las hay están redactadas de forma incomprensible o son erróneas.	Hasta 2 puntos



UN FÓSIL SINGULAR

Tras estar delante de nuestros ojos durante décadas (o más bien dicho, bajo nuestros pies), Un nuevo helecho del carbonífero ha sido identificado por un equipo de paleontólogos locales.

Esta nueva especie vegetal ha sido bautizada como *Adiantum raddianum*. Sus restos fosilizados fueron encontrados en un pozo de granito del Cerro de San Jorge, en la ciudad de Huesca. La tarea de identificación, ha tenido que salvar varios obstáculos hasta llegar a su culmen, por lo costoso de su identificación. Una vez aproximada su edad absoluta, a través de la estratigrafía, y tras la costosa extracción del mineral que contenía el fósil, fue trasladado a un prestigioso laboratorio de la Universidad de Zaragoza para proceder a su identificación taxonómica y su datación relativa mediante isótopos radioactivos. Por lo excepcional de su conservación, al



helecho, formaba parte de la alimentación de un dinosaurio herbívoro del carbonífero, el Mosasaurus.

Las características hojas de este helecho prehistórico, demuestran que al igual que otras especies del género *Adiantum* contaba con hojas enormes. Este descubrimiento podría ayudar a los sismólogos a entender mejor la radiación evolutiva de estas plantas, que aparecieron a mediados del Carbonífero y duraron hasta la desaparición de los dinosaurios, en el Jurásico.

Anexo IV: Cronograma de la historia de la Tierra y fósiles guía elaborado por un alumno durante el periodo de prácticas.

Súper-Eón	Eón	Era	Periodo	Época	Millones de años	Acontecimiento
-----------	-----	-----	---------	-------	------------------	----------------

	Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Actualidad	Se declara estado de alarma por COVID-19
				Pleistoceno	100 000 años(no millones)	Surge el ser humano moderno
			Neógeno	Plioceno	4	Primer homínido. Australopitecus
				Mioceno		
			Paleógeno	Oligoceno		
				Eoceno		
				Paleoceno	60	Primeros primates trepadores arbóreos
		Mesozoico	Cretácico			
			Jurásico			
			Triásico			
		Paleozoico	Pérmico		250	Extinción más grave del planeta (Mueren el 90% de animales y plantas)
			Carbonífero		350	Primeros bosques de helechos del planeta
			Devónico		370	Conquista de la Tierra por los anfibios
			Silúrico			
			Ordovícico		450	Primera gran extinción en masa de animales.
			Cámbrico		525	Explosión

						cámbrica. Surgen los trilobites
--	--	--	--	--	--	---------------------------------------

Precámbrico	Proterozoico	Neoproterozoico			1000	Primeros animales con cuerpo articulado para desplazarse
		Mesoproterozoico				
		Paleoproterozoico			2000	Origen de la célula eucariota
	Arcaico	Neoarcaico			2800	Primeros organismos que hacían fotosíntesis oxigénica
		Mesoarcaico			2900	Primera gran glaciación
		Paleoarcaico			3500	Estromatolitos de Warrawoona
		Eoarcaico			4000	Surgen primeros organismos procariotas
	Hádico				4400	Formación circones detríticos de Jack Hills

Rojo: presencia de trilobites.

Azul: presencia de amonites.

Amarillo: presencia de dinosaurios.

En caso de que coincidan se usa el color intermedio: rojo+azul=morado rojo+amarillo=naranja

Azul+amarillo=verde en caso de que se junten los tres se usa el negro.